Searching PAJ Page 1 of 2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11-239086

(43)Date of publication of application: 31.08.1999

H04B 7/08 H04B 1/10

(21)Application number: 10-042005 (71)Applicant: MATSUSHITA COMMUN IND CO

LTD

NTT CHUO PERSONAL

TSUSHINMO KK

(22)Date of filing: 24.02.1998 (72)Inventor: TAKAHASHI HIDEYUKI

> HIRAMATSU KATSUHIKO TAKAHARA KOICHI NOSE HIROYUKI

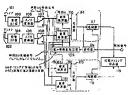
(54) METHOD AND DEVICE FOR SYNCHRONIZATION

(51)Int.Cl.

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an amount of arithmetic operations and to suppress interference waves by sharing a calculated weight coefficient between a received signal at a symbol discrimination point and a received signal in a timing other than the symbol discrimination point.

SOLUTION: Signals are received from antennas 101 and 102. Receiving RF parts 103 and 104 convert these signals of carrier frequencies received from the antennas to base-band signals. Then A/D converters 105 and 106 convert the respective base-band signals to digital signals. Then a weight coefficient control circuit 109 calculates the weight coefficient by receiving as an input signal the received signal at the time A of the symbol



discrimination point. Complex multipliers 110 to 113 multiply the received signals at the time A and the time B by the weight coefficient thus obtained and composition units 114 and 115 add the results. Then the weight coefficient is sequentially updated so as to minimize the squared

Searching PAJ Page 2 of 2

error of the composite signal and known signal. Then the composition is adaptively performed also following up the received signals.

(19)日本國際新庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-239086

(43)公開日 平成11年(1999)8月31日

(51) Int.Cl.4		微测記号	F 1		
H04B	7/08		H04B	7/08	D
	1/10			1/10	ī.

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 12 頁)

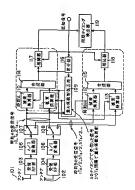
(21)出願業号	ATTENTA JOSEF	(max states t	00010-5707
(21)田島新刊	特願平10-42005	(71)出顧人	
			松下通信工業株式会社
(22) 出版日	平成10年(1998) 2 月24日		神奈川県横浜市港北区網島東4丁目3番1
			号
		(71) 出願人	595101388
			エヌ・ティ・ティ・中央パーソナル通信網株
			式会社
			東京都港区芝浦1-2-1
		(72)発明者	高 橋 秀 行
			神奈川県横浜市港北区網島東四丁目3番1
			号 松下通信工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 離合 正博
			最終頁に続く

(54) [発明の名称] 同期方法および同期装置

(57)【要約】

【課題】 干渉局が存在している場合でも、演算量が増 えること無く、かつ、干渉波を抑圧しながら同期タイミ ングを検出し、同期をとれるようにする。

【解決手段】 干渉波を抑圧するために算出される重み 係数を、シンボル識別点の受信信号とシンボル識別点以 外のタイミングの受信信号とで共通化することで演算量 を削減し、シンボル識別点で算出された重み係数を、そ れぞれの受信信号に乗算し合成することで干渉波を抑圧 することができ、また、このそれぞれのタイミングの合 成信号と既知信号とで相関をとることで同期タイミング を検出し、干渉局が存在している場合でも、同期をとる ことができるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信品号に対して、東東手段で面み係数 を東第し、合成手段で乗り結果を加取し、それぞれ2組 の間期手段で相関をとり、シンボルタイミングのN倍で 動作し、合成手段のドンンボルタイミングのN倍で 動作し、合成手段の下され以外の両側の人力信号を 処理し、金分乗手段ので在れ以外の両側の人力信号を 处理し、金分乗りで合成手段への出力と既知信号の分 をとり、重み係数制御手段で重み係数を更新し、同期タ イミング後出手段で電影視側手段の出力から同期タイミ ングを被由する側面方法。

「請求羽②1 受信席号に対して、A/D変換手段でシ メボルタイミングのい信で動作し、業算手段で重角係数 を乗互し、合成手段で乗算結果を加戻し、合成信号と既 知信号との相関を相関手段できり、バッファ手段でシン ボルタイミング間隔の情報を保持し、タイミング制御手 段でこのバッファを制御し、差分手段で合成信号と既知 信号の差分をとり、重み係数制御手段で重み係数を更新 し、同期タイミング独出手段で前応相関手段の出力から 同期タイミング機出手段で前応相関手段の出力から 同期タイミング機出手段で前応相関手段の出力から 同期タイミング機出手段で前応相関手段の出力から

【諸東邦3 】 受信係号に対して、東箕手段で面み係数 を繋取し、合成手段で乗算結果を加取し、それぞれ2組 の相関手段で相関をとり、シンボルタイミングの附着で 動作し、合成手段をでかいずれタイミング間隔の入力信号を 受整理し、急分手段で合成手段への出力と異知信等の差分 をとり、重み係数制が手段で面み係数を更新し、相間手 段で前だ開射手段出力を補削し、同期タイミング後出手 段で前だ開射手段の出力から同期タイミング後出手 段で前だ開閉手段の出力から同期タイミングを検出する 間勝方差。

【請求項4】 受信息や(対して、A/D)契約手段でシンボルタイミングのN倍で動作し、乗貨手段で重み係数 知慮号と成長を無限し、合成信号と既 知信号との相関を相関手程でとり、バッファ手段でシンボルタイミング制御手段でこのバッファを削り、差分手段で令点信号と更対 信号の差分をとり、重み係数制即手段で配み係数を更新し、補助手段で前記相関手段の出力から補間し、同期タイミング検出手段で前記補間手段の出力から同期タイミングを検出する同期方法。

【請求項5】 受信信号に対して、室み係数を実する 乗攻器と果算結果を加算する合成器と合成信号と既知信 号の相関をとを補関部とからなる組みを 2組と、シンボ ルタイミングの外倍で動作し、入力信号をシンボルタイ ミング間隔で合成器Aへ出力し、それ以外の両野では合 成器Bへ出力する切替え器と、合成器も出力と提知信号 の差分から減み係数を更新する重み係数制制回路と、相 問器出力から同期タイミングを検出する同期タイミング 検知器とと機大スペ軍シングを検出する同期タイミング 検知器とを機大スペ軍シングを検出する同期タイミング 検知器とを機大スペ軍シングを検出する同期タイミング 【請求項6 】 受信信号に対して、シンボルタイミング のN倍で動作するA/D変換器と重み係数を集算する票 類整とからなる相外を2組と、乗算結果を加算する合成 器と、合成信号と原知信号の相関をとる相関器と、シン ボルタイミンで間端で情報を保持するが、ファント、この バッファを制御するタイミング制御回路と、合成器出力 と既知信号の差分から進み係数を更新する重み係数制御 回路と、前記相応器出力から同期タイミングを検出する 同期タイミングを検出数とを備えた可能接着。

【請求項?】 受信信号に対して、近み係数を乗算する 業算器と乗算結長を加算する合成器と他成信号と限別信 今の祖間をとる相関能とからなる組みを2 2世、シンボ ルタイミングの配管で動作し、入力信号をシンボルタイ シンが国際で会験さみへ出力し、それ以外の時別では会 成器Bへ出力する切替え器と、合成器A出力と既知信号 の差分から重み係款を更新する重み係款制度回路と、別 相談出力を相関する補関器と、前間器独力から開発出力を 同器出力を補助する補関器と、前間器独力がも同場と シング管機でも複数を表する。

【精束項目】 受信信号に対して、シンボルタイミング のN倍で動作するよ/ D変換器と選み係数を乗算する乗 募替とからなる組みを2組と、乗算基級を加算する合成 器と、会成信号と既知信のが相関をとる相関器と、シン ボルタイミング門間で「特殊を対策するがスファンと バッファと制御するタイミング制御四路と、前記合成器 加力と既知信号の差分から返み係数を更新する国本係数 制御四路と、解記相関等の出力を補間する補間報の 間隔掛力から阿朗タイミングを検出する同期タイミング 終出長みを備えた即間結響

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、無線通信装置にお ける同期方法および同期装置に関する。

[0002]

【従来の技術】従来の同期拡張について説明する。 図8 は、従来の同期拡張のプロック図を示す。ここでは、 明を簡単にするためにアンテナ数を2本とし、また、逗 延素子数を2としているが、アンテナ数をM木、選延素 子数 (N-1)とした場合も基本的な動作は同様であ ス

[0003]まず、アンテナ801、802から信号を受信する。この受信信号は、受信R下部803、804 で各アンテナからのキャリア別波数の信号をベスンンド信号に変換する。次に、A/D変換器805、806 でそれぞれのベースバンド信号をディジタル信号に変換 ケースの番目のアンテナの受信信号および重み係数ベクトルは。

$$X_{a} = [x_{a1}(t), \dots x_{a2}(t), \dots, x_{aN}(t)]^{T}$$
...(1)

$$W_{\alpha} = [W_{\alpha_1}(t), \dots W_{\alpha_2}(t), \dots, W_{\alpha_N}(t)]^{T}$$
...(2)

となる。ここで、x_{an}、w_{an}はm番目のアンテナおよび n番目の遅延タップに対応する。よって、従来技術の受 信信号ベクトルは、

$$X = [X_1, X_2, ...X_n]^{\tau} \cdot \cdot \cdot (3)$$

 $W = [W_1, W_2, ...W_n]^{\tau} \cdot \cdot \cdot (4)$

となる。また、干砂板を抑圧するための重み係数の計算 には、この受信信号の瞬時値と参照信号を用いて深次的 に重み係数を更新するLMSアルゴリズムを用いる。L MSアルゴリズムは、重み係数制側回路307で行われ、ここでは、各アシテナやおよび各選低等分解に入力される受信信号と、進み係数を複業環境、加算几た合数 億号と、ド時点での参照信号とから、金成信号と参照信 6号と、ド時点での参照信号とから、金成信号と参照信 号との自乗誤差を最小にするように、重み係数を更新していくアルゴリズムのことである。ここで、k時点の誤 差傷号e(k)は、 【0004】

$$e(k) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n^{\tau} \cdot W_n - r(k)$$

...(5)

となり、これを用いて、k時点でのアンテナmの重み係 数から、k+1時点の重み係数を求める更新式を示す と、

$$W_n (k+1) = W_k (k) + \mu \cdot X_n^* k \cdot e(k)$$

 $m = 1, 2, \dots, M$

となる。ただし、μは、ステップサイズ、*は、複素共 役を示す。

【0005】このように、従来の技術では、LMSアルゴリズムを用いて、M×N間の重み係数をそれぞれ独立 に更新し、合成信号と参照信号との自乗挑差を扱小にす ることで、練別点を合わせ、かつ、干渉波の抑圧を行っ ている。

[0006]

【発明が解決しようとする機能】しかしながら、能来の 間期接難では、時々別々と変化する危機環境に対ける受 信権与に対して、M×N関島の海外級を、舎成房号と 参照信号との自動態差が扱いなるように更新し、収束さ せなければならない、また、収束が不十分のまま合成す ると、当然、今成信号の議別点もずれ、特性も分化し、 かつ、干渉波の卯圧が規集もある。そこで、健果の同期 該職では、十分で取申間に多くの職業量が必要と る。さらに、複数の機業単立弩や運延素子器を使用する ことにより、該面別線も大きくなり、装置が複数化して しまう。

【〇〇〇7】本発明は、このような従来の問題を解決するものであり、干渉局が存在している場合でも、演算基 が増えること無く、かつ、干渉破を抑圧しながら、同期 タイミングを検出し、同願ととることのできる同期方法 および同期続置を提供することを目的とする。

[0008]

【製題を解決するための手段】本発明は、上記問題点を 解決するものであり、干渉波を抑圧するために労出され る重か係数を、シンボル線別点の受信信号とシンボル線 別点以外のタイミングの受信信号とで共進化することを 放電量を削減し、シンドル線別点で増出されると係数 を、それぞれの受信信号に乗算し合成することで干渉被 を抑圧することができ、また、それぞれのタイミングの の成号を投資信号とで信仰をくることで開リタイミン ・・・(6) グを検出し、干渉局が存在している場合でも、同期をと ることができるようにしたものである。

【0009】 【発明の実施の形態】請求項1記載の発明は、受信信号 に対して、乗算手段で重み係数を乗算し、合成手段で乗

算結果を加算し、それぞれと組の相関手段や相関をと り、シンボルタイミングのN値で動作し、合成手段人で シンボルタイミング間隔の入力債等を発殖し、企成手段 Bでそれ以外の時刻の入力信号を処理し、差か手段で合 成手段への出力、上便知信等の参考ととり、真本気勢 野で変力、原数を更新し、同期タイミング検出手段で前 記相側手段の出力から同期タイミングを検出する同期方 法である。

[0010]また、請求項5 耙銭の売明法、受信信号に 対して、違み係数を乗算する乗簿局と乗貨結果を加算す 合成器と合成信号と既知信号の相関をとる相関語とか らなる組みを2組と、シンボルタイミングのN信で動作 し、入が信号をシンボルタイミング問題で合成器へへ出 力し、それ以外の時刻では合成器の出力する切替え器 、会配器 A出力と限知信号の差分から重み係数を更頻 する重な儀数制抑阻路と、相関器出力から同期タイミングを検出する同期タイミング後出器とを備えた同期診証 である。

[0011] これらの構成により、アンテナの水炭をM 木とすると、M×2個の複葉弾は番があれば同期接置を 実現でき、発来の技術よりも装置の小型化、単単化が可 能でかつ、少ない重み係数を制御することにより、収束 時間の短端化にもつながる。よって、時々刻々と変化す るた数環境における受信信号に対して、追随性が向上 し、干浄和圧効果と増加する。

【0012】また、請求項2記載の発明は、受信信号に 対して、A/D変換手段でシンボルタイミングのN倍で 動作し、乗算手段で重み係数を乗算し、合成手段で乗算 結果を加算し、合成信号と既知信号との相関を相関手程 でとり、バッファ手段でシンボルタイミング間隔の情報 を保持し、タイミング制即手段でこのバッファを制御 し、建分手段で合成信号と既知信号の差分をとり、東承 係数制即手段で重ふ係数を更新し、同期タイミング検出 手の助かに対している。

[0013]また、請求可ら記載の発明は、受信信号に 対して、シンボルクミングのの付で倒作する人の 投影と重み係数を兼算する乗算器とからなる組みを2組 と、乗算結果を加算する食産器と、金成保労と敗地信労 の相関をとる研究と、シンボルクイミング間頭で情報 を以待するバッファと、このバッファを割削するタイミ ング制何回路と、合成袋出力と既知信等の定分から重み 係数を更新する那么保設的問題と、記述相関結出力か に同期ライミングを検出する同期タイミング検出器とを 構えた同期表質である。

[○○14] 上れらの構成により、シンボル類別点の受信信号とそれ以外のタイミングの受信信号を明着えるで、 信信号とそれ以外のタイミングの受信信号の規定と共働化で、 切着えること無く、バッファに上書き保存するタイミン グを削削するだけで、2組の受信信号の規定と共働化い が可能ととなる。また、シンボル機別点でのみ重み低数を 第出するので、演算量の削減にもつ立かり、駒々封々と 変化する伝数類類と対ける受信信号に対しても、違い を向上させ、干渉卯旺効果ら増加する。さらに、干渉破 を印度した信仰を行から、同期タイミングを検出の で、検出制度も向上し、安定した同間をとることができ で、検出制度も向上し、安定した同間をとることができ

【0015】また、請求得予記載の専明は、受信信号に 対して、衆族手段で直外信款を乗取し、合成手段で乗撃 結果を加算し、それぞれ2組の相関手段で相関をとり、 シンボルタイミングのN停ご動作し、合成手段へでシン ボルタイミングのN停ご動作し、合成手段へでシン ボルタイミングの関係の入力信号を処理し、高佐手段でを成手 それ以外の時期の入力信号を処理し、選分手段で合成手 仮みの出力と抵知信号の差分をとり、温み停放制的手段 で選ぶ保敬を更新し、補御手段で前記相同手段力力を 間し、同期タイミング検出手段で前記相目手段の出力か の間多イミング検出手段で前記相目手段の出力か

[0016]また、請求項「記載の売明は、受信信与な 対して、重外高を実質する・環境と・理算報果を持 る合成器と合成信号と既知信号の相関をとる相関語とか らなる組みを2組と、シンボルテイミングの制度で動作 し、大力信号をシンボルテイミングの制度で動作 力し、それじ炒の時刻では合成部B・出力する切替え器 と、合定器・日か、既知信号の支がから、距の係数を更明 する重み係数制が回路と、相関器出力を補間する相関 と、補間器出力から同期タイミングを提出する同期タイ ミング格出路とを備えた阿斯接座である。

【0017】これらの構成により、アンテナの本数をM

本とすると、M×2個の機能乗算器があれば同期機能置を 実現でき、従来の技術よりも装置の小型化、用率低とが可 確でかつ、少ない電み係級を追削することにより、収束 時間の児離化にもつながる。よって、時々別々と変化す る板脚環体におせる受債情やとはりて、起館性や加上 し、干渉財圧の効果も増加する。さらに、干渉被を抑圧 した合成信号と既知信号との相同をとり、相同値の間を 適間することにより、より精度の良い周期タイミングを 検出することができ、検出情度も向上し、安定した同期 をとることができ、検出情度も向上し、安定した同期

[0018]また、請求項4記載の発明は、受信信号に 対して、A/ン変操手段でンシボルタイミングのN倍で 対して、A/ン変操手段で立外系数を実見、合成手段の大電業 結果を加減し、合成信号と抵知信号との相関を相関手段 でとり、バッファ手段でシンボルタイミング間隔の情報 を保持し、タイミング制御手段でこのバッファを制御 し、差分手段で合成信号と既知信の変数分をとり、重み 係数例御手段で直水係数を型前し、期間手段で前記相関 手段の出力から開閉、同期タイミング後出手段で前記 補間手段の出力から開閉タイミング後出手段で前記 補間手段の出力から関閉タイミングを検出する同期方法 である。

[0019]また、需求項を軽数の発明は、受信能等に対して、シンボルタイミングのハ倍で動作する人/口変接を重み係数を乗算する乗車器をからなる組みを2組と、乗車結果を加重する合成者と、合成信号と既如信号の相関をとる相関語と、シンボルタイミング制御国路と、制記合成器地力と既知信号の差かから返水係数を更新する豊み保護が開口路と、前記合成器地力と既知信号の差かから超水係数を更新する豊み保護が開口路と、前記計の時の場と、打た相関する相間器と、相間器出力から同期タイミングを検出する同期タイミング的出器とを備えた同期接管である。

[0020] これらの構成により、シンボル機別点の受信信号とそれ以外のタイミングの受信信号を物度と落て の管さること様で、バッファによ事を除するを分替と対して が考えない。「大きない。」では、大きないの大きない。 でき、かつ、ハードウエアの共通化しびれ、装置の小型 と対けるので、 海貧量の削減にもつながり、 時々刻定 性を他上させ、干渉即圧の効果も増加する。 さらに、干 デ液と即圧した会成信号では入りて、 間着することにより、より精密の見い間かぞとングを検 間することにより、より精密の見い間かぞとングを検 出することができ、検出情度も向上し、安定した同期を とるととができ、検出情度も向上し、安定した同期を

【0021】以下、本発明の同期装置の実施の形態について図を用いて具体的に説明する。

(実施の形態1)図1は実施の形態1のブロック図を示す。また、図2にフレームフォーマットを示し、図3に 相関器の動作説明図を示す。ここでは、説明の簡単のた めにアンテナ数を2本とし、時刻Aをシンボルタイミン グ (Ts) の整数倍のnTs (n=0, 1, 2,...) と、時刻Bを((2n+1)Ts)/2(n=0,1, 2,....)の2種類に受信信号を分けて処理を行ってい るが、アンテナ数をM本、時刻を複数にした場合も基本 的な動作は同様である。

【0022】まず、アンテナ101、102から信号を 受信する。この受信信号は、受信RF部103、104

$$X_{k} = [x_{1} (nTs), x_{2} (nTs), \dots, x_{d} (nTs)]^{T}$$

$$(n=0, 1, 2, \dots)$$

とすると、重み係数制御回路109は、このシンボル器 別点の時刻Aの受信信号を入力信号として、重み係数を 算出する。この求めた重み係数Wを、

 $W = [w_1, w_2, ..., w_n]^T \cdot \cdot \cdot (8)$ として、時刻Aおよび時刻Bの受信信号に複素乗算器1

10、111、112、113で乗算し、合成器11 4、115で加算される。この時刻Aおよび時刻Bのk 時点での合成信号をそれぞれ、ya (k), ya (k) とすると、

e (k) =
$$y_A$$
 (k) - r (k) = X_A^T · W - r (k)

となる。この誤差信号e(k)と時刻Aのシンボル識別 点の受信信号X。とを用いて、重み係数制御回路109 でk+1時点の重み係数を算出する。ここで、m番目の

$$w_n (k+1) = w_n (k) + \mu \cdot x_n \cdot (k) / e (k)$$

 $m=1, 2, 3, \dots, M$

となる。ただし、μは、ステップサイズ、*は、複楽共 役を示す。このように、合成信号ya(k)と既知信号 r(k)の自乗訊差を最小にするように、重み係数を逐 次的に更新していくことで、時々刻々と変化する伝搬環 境における受信信号に対しても、遊応的に追随し、合成 することで、干渉波を抑圧することができる。なお、こ こでは、重み係数制御回路109の適応アルゴリズムと してLMSアルゴリズムを用いているが、NLMS、R LS、SMIなどの他のアルゴリズムにおいても基本的 に動作は同様である。

【0024】次に、相関器117、118において、同 期タイミングを検出するために、前記干渉波を抑圧した 時刻Aおよび時刻Bのk時点での合成信号ya(k)、 y。(k)と、既知信号r(k)を用いて、相関をと る。ここで、既知信号のシンボル数を1シンボル、スラ イド量を τ とし、相互相関値 c_* (τ)、 c_s (τ)と すると.

[0025]

【数2】

ド信号に変換する。次に、A/D変換器105.106 でそれぞれのベースバンド信号をディジタル信号に変換 する。このディジタル信号は、シンボルタイミング(T s)のN倍で動作する切替え器107.108により. 時刻Aの整数倍のO、Ts, 2Ts,...., nTs(n = 0、1、2、....) 毎の受信信号と瞬刻BのTs/ 2, 3Ts/2, 5Ts/2..... ((2n+1)T s) /2 (n=0, 1, 2.....) 毎の受信信号とに分 で各アンテナからのキャリア周波数の信号をベースバン けられる。ここで、時刻Aの受信信号のベクトルは、

> $y_A (k) = X_A \cdot W$ y_3 (k) = X_3 † · \mathbb{W} · · · (9)

となる。ただし、Tは転置行列を表わす。この数式 (9)からも分かるように、重み係数Wは、時刻Aおよ び時刻Bで共通のものを用いている。

. . . (7)

【0023】また、差分器116で、シンボル聡別点の 時刻Aの合成信号とk時点の既知信号r(k)との差分 をとり、この出力を誤差信号e(k)とすると、

...(10)アンテナの時刻k+1の重み係数w。(k+1)とする ٤,

$$c_{A} (\tau) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{L} y_{A} \cdot (k+\tau) \cdot r (k)$$

$$c_{B} (\tau) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{L} y_{B} \cdot (k+\tau) \cdot r (k)$$

...(12)

となる。この相関器出力を用いて、同期タイミング検出 器119で相関値が最大のところを検出し、同期ポイン トに最も近いタイミングを求めることができる。

【0026】本実施の形態1では、重み係数の算出をシ ンボル識別点だけの受信信号を用い、かつ、時刻Aおよ び時刻Bと重み係数を共通化することにより、装置の小 型化、演算量の削減、干渉波の抑圧を実現した。また、 複数の時刻でサンプリングされた干渉波を抑圧した受信 信号を用いて相関をとることにより、干渉局が存在した 場合でも、精度の良い同期タイミングを検出することが できる。

【0027】(実施の形態2)図4は実施の形態2のブ ロック図を示す。ここでは、説明の簡単のためにアンテ ナ数を2本とし、A/D変換器405、406の出力信 号を0、Ts/2、Ts, 3Ts/2....nTs/2

(n=0, 1, 2,...)としているが、アンテナ数をM 本とし、より高速なA/D変換器とした場合でも、基本 的な動作は同様である。

【0028】まず、アンテナ401、402から信号を 受信する。この受信信号は、受信RF部403、404 で各アンテナからのキャリア周波数の信号をベースバン

$$X = \left[\begin{array}{c} X_1 & \left(\frac{n \, T \, s}{2} \right) \end{array} \right], \quad X_2 & \left(\frac{n \, T \, s}{2} \right) \cdots, \quad X_M & \left(\frac{n \, T \, s}{2} \right) \end{array} \right]^T$$

... (13)

とする。また、重み係数制御回路407は、時刻 0. Ts. 2Ts......nTs (n=0, 1, 2,......)シンボル識別点の受信信号に対してのみ重み係数を算出 するので、シンボル識別点以外の信号が受信されている 間は、シンボル識別点の信号をバッファ408、40 9.410.411.412に保持する必要がある。そ のために、タイミング制御回路413を用いて、時刻 $W_k = [w_1(k), w_2(k), \dots, w_k(k)]^T$

と表わされ、複素乗算器414、415で乗算され、合 成器416で加算される。このk時点での合成信号をy (k)とすると、

 $y(k) = X^{\dagger} \cdot W_k \cdot \cdot \cdot (15)$ となる。ただし、Tは転置行列を表わす。つまり、時刻 nTsと時刻((2n+1)Ts)/2(n=0.1.

$$e(k) = y(k) - r(k)$$

 $w_a(k+1) = w_a(k) + \mu \cdot x_a \cdot (k) \cdot e(k)$

ただし、μは、ステップサイズ、*は、複素共役を示 す。このように、合成信号y(k)と既知信号r(k) の自乗誤差を最小にするように、重み係数を逐次的に更 新していく。よって、時々刻々と変化する伝機環境にお ける受信信号に対しても、適応的に追随することがで き、合成することで、干渉波の抑圧を可能としている。 なお、ここでは、重み係数制御回路407の適応アルゴ リズムとしてLMSアルゴリズムを用いているが、NL MS. RLS. SMIなどの他のアルゴリズムにおいて も基本的に動作は同様である。

【0031】次に、相関器418において、干渉波が存 在している場合でも、同期タイミングを検出できるため に、干渉波を抑圧した信号である合成器416の出力信 号y(k)と既知信号r(k)を用いて相関をとる。こ こで、既知信号のシンボル数を1シンボル、スライド侵 を でとし、相互相関値 c (で) とすると、

$$c(\tau) = \frac{1}{\mathcal{L}} \sum_{k=1}^{r} y(k+\tau) \cdot r(k)$$

$$\cdot \cdot (18)$$

ド信号に変換する。次に、シンボルタイミング (Ts) のN倍で動作するA/D変換器405、406でそれぞ れのベースバンド信号をディジタル信号に変換する。こ こで、このA/D容機器の受信信号のベクトルを、 [0029]

【数3】

$$\left(\frac{n \operatorname{T} s}{2}\right) \cdots \times_{M} \left(\frac{n \operatorname{T} s}{2}\right)^{T}$$

$$\left(n = 0, 1, 2, \cdots\right)$$

0, Ts, 2Ts,..., nTs (n=0, 1,

 の受信信号を、シンボルタイミング(Ts)間 隔毎に、バッファ408、409、410、411、4 12に上書き保存し、入力信号のタイミングを制御して いる。これにより、ハードウエアを共通化し、装置の小 型化、かつ、シンボル識別点でのみ重み係数を算出する ので、演算量の削減にもつながる。ここで、k時点での シンボル識別点で求めた重み係数をWkとすると、

...(14)2.....) の受信信号が各アンテナ毎に同じ重み係数を

を用いて、k+1時点の重み係数を求めていく。

乗算され、合成されることになる。 【0030】また、重み係数の更新には、この合成信号 y(k)と既知信号r(k)との差分器417の出力で ある誤差信号e(k)と、シンボル設別点の受信信号と

となる。この相関器出力を用いて、同期タイミング検出 器419で相関値が最大のところを検出し、同期ポイン トに最も近いタイミングを求めることができる。

【0032】本実施の形態2では、重み係数の算出をシ ンボル織別点だけの受信信号を用い、かつ、複数のバッ ファのタイミングを制御することで、時刻nTsと時刻 (2n+1)Ts)/2(n=0,1,...)の処理を 共通化し、ハードウエアを共通化することができ、装置 の小型化、演算量の削減、干渉波の抑圧を実現した。ま た、複数の時刻でサンプリングされた干渉波の抑圧をし た受信信号を用いて相関をとることにより、干渉局が存 在した場合でも、精度の良い同期タイミングを検出する ことができる.

【0033】(実施の形態3)図5は実施の形態3のプ ロック図を示す。また、図6に実施の形態3における補 間および同期タイミング検出の動作説明図を示し、ここ では、説明の簡単のためにアンテナ数を2本とし、時刻 Aをシンボルタイミング (Ts) の整数倍のnTs(n =0、1、2....)と、時刻Bを((2n+1)Ts) /2 (n=0.1, 2....) の2種類に受信信号を分け

て処理を行っているが、アンテナ数をM本、時刻を複数 にした場合も基本的な動作は同様である。

【0034】まず、アンテナ501、502から信号を受信する。この受信信号は、受信RF部503、504 で各アンテナからのキャリア周波数の信号をベースバンド信号に変換する。次に、人人D変換器505、506でそれぞれのベースバンド信号をディジタル信号に変換

$$X_A = [x_1 (nTs), x_2 (nTs), \dots, x_d (nTs)]^T$$

 $(n=0, 1, 2, \dots)$

とすると、重み係数制御回路509は、このシンボル酸 別点の時刻Aの受信信号を入力信号として、重み係数を 算出する。この求めた重み係数Wを

東古する。この次の江川中新設Wを、W= [W]、W₃ [W]、W₃] 1 · · · (20) として、申契Aおよび時刻わの受信信号に振素集算器5 10、511、512、513で東軍し、合成器51 4、515で加定される。この時刻わるよび時刻わか、時点での合成信号をそれぞれ、 y_a (k)、 y_3 (k) とすると、

$$y_A$$
 (k) = X_A T · W
 y_B (k) = X_B T · W · · · (21)
 となる。ただし、Tは転置行列を表わす。この数式(2
 1) からも分かるように、再み低数叫は、時刻点なよび
 時刻日 で共通のもを用いている。

【0035】また、差分器516で、シンボル部別点の 時刻Aの合成信号とk時点の既知信号r(k)との差分 をとり、この出力を観差信号e(k)とすると、

$$e(k) = y_{A}(k) - r(k) = X_{A}^{T} \cdot W - r(k)$$

となる。この観差信号e(k)と時刻Aのシンボル識別 点の受信信号 X_A とを用いて、重み係数制即回路509でk+1時点の重み係数を算出する。ここで、m番目の ・・・(22) アンテナの時刻k+1の重み係数wm(k+1)とする と、

$$w_a$$
 (k+1) = w_a (k) + $\mu \cdot x_a$ * (k) /e (k)
 $m=1, 2, 3, \dots, M$

となる。ただし、µは、ステップサイズ、*は、複素共 役を示す、このように、命政信号ッA(k)と原知信号 「(k) の自禁部爆を最小にするように、選み係数を選 次的に更新していくことで、時々刻々と変化する役組環 境における受信局号に対しても、適応的に追加し、合成 することで、干渉液を抑圧することができる。たお、こ では、重み係数側即四路509の適応アルゴリズムと してLMSアルゴリズムを用いているが、NLMS、R LS、SMIなどの他のアルゴリズムにおいても基本的 に動物に知度する。

(2011年19年 に302 年 1 (2013年 1

$$c_{\lambda} (\tau) = \frac{1}{\frac{1}{k}} \sum_{k=1}^{k} y_{\lambda} \cdot (k+\tau) \cdot r (k)$$

$$c_{\lambda} (\tau) = \frac{1}{\frac{1}{k}} \sum_{k=1}^{k} y_{\lambda} \cdot (k+\tau) \cdot r (k)$$

・・・ (24) となる。また、補助器519で、このTs/2間隔の相 開器出力から、図6のように、補助する。そこで、同期 サイミングを批器520で、この補間した相関値が最大

となるタイミングを検出し、タイミング補正量ムとを求め、同期タイミングを補正する。
[0038] 本実練の形態では、魚み係数の原出をシンボル識別点だけの受信信号を用い、かつ、時刻Aおよい時刻Bと重み係数を大量性であるとにより、装置の小型型化、消費量の削減、干渉波の加度主要収し、まで、数数の時刻でサンプリングされた干渉波を抑圧した受信信号を用いて相関をとり、サンプリンク間隔より、組かく機能を行った。

度の良い同期タイミングを検出することができる。つまり、この補間する間の時間制隔で、検出構度が決まる。 (0039) (実施の形態4) 図7は実施の形態4のブロック図を示す。ここでは、説明の簡単のためにアンテナ教を2本とし、A/D変換器705、706の出力信 号を0. Ts/2, Ts, 3Ts/2,...nTs/2 (n=0, 1, 2,...)としているが、アンテナ数をM 本とし、より高速なA/D変換器とした場合でも、基本 的な動作は間様である。

【0040】まず、アンテナ701、702から信号を 受信する。この受信信号は、受信RF部703、704 で各アンテナからのキャリア周波数の信号をベースバン

・【数6】 $X = \left[x_1 \left(\frac{n T s}{2} \right), x_2 \left(\frac{n T s}{2} \right) ..., x_M \left(\frac{n T s}{2} \right) \right]^T$

[0041]

(n = 0, 1, 2, ...)

... (25)

とする。また、重み係数制御回路707は、時刻0、T s, 2Ts,..., nTs (n=0, 1, 2.....) のシ ンボル説別点の受信信号に対してのみ重み係数を算出す るので、シンボル裁別点以外の信号が受信されている間 は、シンボル識別点の信号をバッファ708、709、 710、711、712に保持する必要がある。そのた めに、タイミング制御回路713を用いて、時刻0, T $W_k = [w_1 (k), w_2 (k), \dots, w_n (k)]^T$

(k)とすると、

となる。ただし、Tは転置行列を表わす。つまり、時刻

信号を、シンボルタイミング (Ts) 間隔毎に、バッフ ァ708、709、710、711、712に上書き保 存し、入力信号のタイミングを制御している。これによ り、ハードウエアを共通化し、装置の小型化、かつ、シ ンボル識別点でのみ重み係数を算出するので、演算量の 削減にもつながる。ここで、k時点でのシンボル齢別点 で求めた重み係数をWkとすると、

s, 2Ts,...,nTs (n=0, 1, 2,...)の受信

ド信号に変換する。次に、シンボルタイミング(Ts)

のNで動作するA/D変換器705, 706でそれぞれ のベースバンド信号をディジタル信号に変換する。ここ

で、このA/D変機器の受信信号のベクトルを.

... (26)

2.....)の受信信号が各アンテナ毎に同じ重み係数を 乗算され、合成されることになる。

【0042】また、重み係数の更新には、この合成信号 y(k)と既知信号r(k)との差分器717の出力で ある誤差信号e(k)と、シンボル識別点の受信信号と を用いて、k+1時点の重み係数を求めていく。

· · · (28) $w_a (k+1) = w_a (k) + \mu \cdot x_a \cdot (k) \cdot e(k)$

 $c(\tau) = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^{q} y(k+\tau) \cdot r(k)$

. . . (30)

となる。この相関器出力を用いて、また、補間器719 で、このTs/2間隔の相関器出力から補間する。そこ で、同期タイミング検出器720で、この補間した相関 値が最大のところを検出し、タイミング補正量△±を求 め、同期タイミングを補正する。

【0044】本実施の形態4では、重み係数の算出をシ ンボル識別点だけの受信信号を用い、かつ、複数のバッ ファのタイミングを制御することで、時刻nTsと時刻 ((2n+1)Ts)/2(n=0, 1, 2,...)処理を共通化し、ハードウエアを共通化することがで き、装置の小型化、演算量の削減、干渉波の抑圧を実現 した。また、複数の時刻でサンプリングされた干渉波の 抑圧をした受信信号を用いて相関をとり、 サンプリング 間隔より細かく、補間することにより、干渉局が存在し

と表わされ、被素乗算器714、715で乗算され、合 成器716で加算される。このk時点での合成信号をy

 $y(k) = X^{r} \cdot W_{t} \cdot \cdot \cdot \cdot (27)$

nTsと時刻((2n+1)Ts)/2(n=0.1. e(k) = y(k) - r(k)

ただし、µは、ステップサイズ、*は、複素共役を示 す。このように、合成信号y(k)と既知信号r(k) の自乗譲差を最小にするように、重み係数を逐次的に更 新していく。よって、時々刻々と変化する伝播環境にお ける受信信号に対しても、適応的に追随することがで き、合成することで、干渉波の抑圧を可能としている。 なお、ここでは、単み係数制御回路707の適応アルゴ リズムとしてLMSアルゴリズムを用いているが、NL

も基本的に動作は同様である。 【0043】次に、相関器718において、干渉波が存 在している場合でも、同期タイミングを検出できるため に、干渉波を抑圧した信号である合成器716の出力信 号y(k)と既知信号r(k)を用いて相関をとる。こ こで、既知信号のシンボル数を1シンボル、スライド量 を てとし、相互相関値 c (v) とすると、

MS、RLS、SMIなどの他のアルゴリズムにおいて

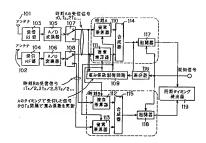
【数7】

```
た場合でも、より精度の良い同期タイミングを輸出する
                            407 重み係数制御同路
ことができる。
                            408, 409, 410, 411, 412 バッファ
[0045]
                            413 タイミング制御回路
【発明の効果】以上の説明から明らかたように 本発明
                           414、415 複素乗算器
によれば、干渉局が存在している場合でも、干渉波を仰
                           416 合成器
圧しながら、なおかつ精度の良い同期タイミングを検出
                           417 差分器
することができ、また、重み係数をnTs毎の受信信号
                            418 相関器
と((2n+1)Ts)/2毎の受信信号とで共画化し
                           419 同期タイミング検出器
たことにより、演算量を大幅に削減した。さらに、従来 501、502 アンテナ
の技術よりも装置の単純化、小型化が可能でかつ、少な 503、504 受信RF部
い重み係数を制御することから、収束時間を短縮するこ
                            505、506 A/D麥梅器
とができ、時々刻々と変化する伝搬環境における受信信
                             507、508 切替え器
号に追随できる効果がある。
                             509 重み係数制御回路
【図面の簡単な説明】
                             510、511、512、513 複素乗算器
【図1】本発明の実施の形態1における同期装置のブロ
                            514、515 合成器
                            516 差分器
【図2】本発明の実施の形態1におけるフレームフォー
                            517.518 相関器
マット図
                            519 補間器
【図3】本発明の実施の形態1における相関動作を説明
                            520 同期タイミング検出器
                            701、702 アンテナ
【図4】本発明の実施の形態2における同期装置のプロ
                            703、704 受信RF部
                            705、706 A/D変換器
ック図
【図5】本発明の実施の形態3における同期装置のブロ
                            707 重み係数制御回路
ック図
                            708、709、710、711、712 バッファ
【図6】本発明の実施の形態3における補間および同期
                            713 タイミング制御回路
タイミング検出動作を説明する模式図
                            714.715 被索乗算器
【図7】本発明の実施の形態4における同期装置のブロ
                            716 合成器
ック図 ・
                            717 差分器
【図8】従来の同期装置のブロック図
                            718 相関器
【符号の説明】
                            719 補周器
101.102 アンテナ
                            720 同期タイミング検出器
103、104 受信RF部
                            801.802 アンテナ
105.106 A/D麥橡器
                            803 、804 受信RF部
107、108 切替え器
                            805 . 806 A/D空線器
109 重み係数制御回路
                            807 重み係数制御回路
110、111、112、113 複素乗算器
                            808 、809 、810 、811 遅延素子
114、115 合成器
                            812 , 813 , 814 , 815 , 816 ,
116 差分器
                            817 複素乗算器
117、118 相関器
                            818 合成器
119 同期タイミング検出器
                            819 復号器
401、402 アンテナ
                            820 スイッチ
403、404 受信RF部
                            821 変調器
405、406 A/D変換器
                           822 差分器
```

【図2】

既知シンボル列	データ列		
- ><			
Isymbole	m Tourstal 2		

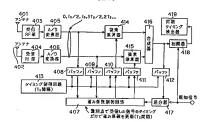
[図1]



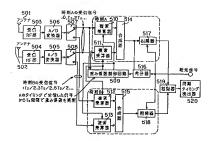
[図3]



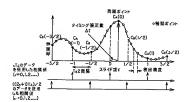
[34]



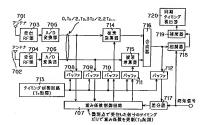
【図5】



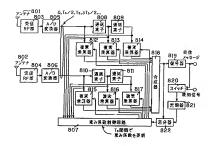
[36]



[图7]



[図8]



フロントページの続き

(72)発明者 平 松 勝 彦 神奈川県横浜市港北区網島東四丁目3番1 号 松下逓償工業株式会社内 (72)発明者 高 原 幸 一 東京都港区芝浦一丁目2番1号 エヌ・テ

イ・ティ中央パーソナル運信網株式会社内 野 瀬 浩 之 東京都港区芝浦一丁目2番1号 エヌ・テ イ・ティ中央パーソナル運信網株式会社内